IN BRIEF

Parliamentary Information and Research Service
Library of Parliament

Frédéric Beauregard-Tellier
19 December 2005

Clean Coal?

INTRODUCTION

Coal is often written off as the fuel of the 19th century. Although it is an abundant and cheap source of energy and the fuel of choice in many rapidly industrializing countries such as China and India, it has been falling out of favour in North America and most of Europe due to environmental considerations. Stricter environmental regulations have consistently encouraged the shift from coal to natural gas for power generation and other industrial processes.

In recent years, the substantial increase in the price of natural gas and volatility in global energy markets have renewed interest in coal. Governments and industry, notably in the United States, are investing in the development of so-called "clean coal" technologies. The U.S. government is spearheading FutureGen, a US$1-billion research initiative to design, build and operate a nearly emissions-free, coal-fired electricity and hydrogen production plant by 2012. For its part, the Government of Canada has financed the development of a Canadian Clean Coal Technology Roadmap and is considering tangible investments in clean coal technologies through the Partnership Fund announced in Budget 2005. This paper explores the factors behind the renewed interest in coal, describes some of the key clean coal technology (CCT) and examines the outlook for the deployment of CCT.

WHY COAL? WHY NOW?

The International Energy Agency (IEA) anticipates that worldwide demand for coal will grow at a rate of 1.4% per annum in the coming decades. Coal's share of worldwide primary energy demand will thus continue to hover around 25%.[1] It is expected that about two-thirds of the increase in demand for coal will come from China and India alone. These two countries have large coal resources which they are using to generate electricity. China, in particular, is building coal-fired power plants at an astounding rate – it is expected that hundreds of them will be built in the coming decades.[2] The IEA estimates that China and India will account for nearly half of total world coal demand by 2030, up from 40% in 2003. The environmental consequences of this reliance on coal could be severe unless new technologies are successfully deployed to minimize emissions. This situation presents potentially valuable export opportunities for those countries with market-leading CCT.

The United States is a front-runner in clean coal research and development. The U.S. interest in coal stems in part from concerns about energy security in the face of increasing energy demand. North America is endowed with enormous coal reserves. Coal therefore presents few geopolitical risks. The National Energy Board calculates that coal accounts for about 90% of the United States' and Canada's combined hydrocarbon reserves.[3] At current production rates, it is estimated that coal reserves in these two countries could last about 235 years. This compares very favourably to reserves-to-production ratios of 9.6 years for natural gas and 11.8 for oil.[4]

The rapid run-up in the price of natural gas is further stimulating interest in coal for power generation, both in the United States and in provinces such as Alberta and Saskatchewan. The price gap between gas and coal has widened considerably in recent years. Natural gas is now nearly five times more expensive than coal per unit of energy, making coal increasingly attractive from a price perspective.[5]

While coal is relatively inexpensive, it is also the dirtiest fossil fuel. The combustion of coal releases significant amounts of carbon dioxide (CO_2), sulphur oxides (SO_X), nitrogen oxides (NO_X), particulate matter (PM), and other pollutants and greenhouse gases. While most environmentalists strongly decry

the use of coal, the sheer vastness of the resource nevertheless makes it hard to dismiss out of hand. The relevant question is whether it is possible to successfully develop and deploy technology to effectively harness the energy content of coal while minimizing harmful emissions.

CLEAN COAL TECHNOLOGY

Clean coal technology is a catch-all term to describe the various technologies that can be deployed to *reduce* the environmental impacts associated with the use of coal. There are no technologies in existence today that can *eliminate* emissions from coal.[6]

The introduction of environmental regulations in industrialized countries in the 1970s precipitated the widespread adoption of technologies to reduce emissions of pollutants such as SO_2 and NO_X from coal-fired power plants. The use of advanced burners, filters and scrubbers to control emissions is now commonplace, and such technologies continue to be improved upon. Today, renewed concerns about air pollution and climate change are precipitating further advances in technologies to improve efficiencies and reduce emissions from coal-fired power plants.

Such advanced technologies are now being introduced in Canada. In March 2005, EPCOR unveiled a 450-megawatt supercritical coal-fired power plant, the first of its kind in Canada. The unit is located outside of Edmonton. The higher temperatures and steam pressures in supercritical boilers translate into a more efficient and less emissions-intensive process for generating electricity from coal combustion. Such boilers can also be retrofitted to existing coal-fired units.

Coal gasification is, in the view of many, even more promising, and is increasingly touted as a "bridge technology" to a cleaner energy future. By making coal, steam and air or pure oxygen react at high temperature and pressure, a synthesis gas (syngas) can be created. This syngas can be stripped of most pollutants and then, through what is know as a combined cycle process, it is combusted in a gas turbine to produce electricity. The waste heat is used to produce additional electricity in a steam turbine, thus improving the efficiency of the process. A plant incorporating a coal gasifier and a combined cycle unit is referred to as an integrated gasification combined cycle (IGCC) plant. Synthesis gas, which is hydrogen-rich, can also be processed for use in fuel cell applications or to create chemical feedstocks. A plant capable of generating electricity, hydrogen and other gases is referred to as a "polygeneration" facility.

PROSPECTS FOR CLEAN COAL TECHNOLOGY

While some technologies such as supercritical boilers have a proven track record, much research and development is needed before emerging technologies such as coal gasification and polygeneration can become commercially viable. The widespread deployment of these technologies in the near term is unlikely. Nonetheless, high natural gas prices in industrialized countries and surging energy demand in rapidly industrializing countries provide an important impetus for moving forward with the development of CCT.

The term CCT will, however, remain somewhat of a misnomer until the carbon dioxide emissions associated with the use of coal can be successfully captured and permanently sequestered by pumping them underground. Only then could coal realistically re-emerge as a fuel of choice in countries that have pledged to reduce their greenhouse gas emissions.

Considerable emphasis is now being put on carbon capture and storage (CCS) as a climate change mitigation tool. Pilot projects such as one in Weyburn, Saskatchewan, have shown that CCS is technically feasible and that it can also, under the right conditions, be cost-effective. What remains to be seen is whether CCS is practicable on a scale that could support a climate-friendly coal renewal.

Saskatchewan and Alberta, with their massive coal deposits, potential CO_2 storage sites and burgeoning industrial sector, are prime candidates for the deployment of CCT (including CCS). *Canada's Clean Coal Technology Roadmap* illustrates how rising natural gas prices are causing oil sands operators in particular to explore alternative fuel sources. Natural gas is currently used in the oil sands industry to generate electricity, to generate steam for bitumen extraction and to generate hydrogen for heavy oil upgrading. In the future, the electricity, steam and hydrogen needs of the industry could conceivably be met through the deployment of CCT using indigenous coal resources.[7] CO_2 emissions could be captured and used to maintain pressure in aging oil and gas reservoirs, thus improving their productivity while removing carbon dioxide from the atmosphere.

---

(1) International Energy Agency, *World Energy Outlook*, 2005.

(2) U.K. Department of Trade and Industry, Cleaner Fossil Fuels Programme, *IEA-China Power Plant Project*, http://www.iea.org/textbase/work/2004/coal/KeithBurnard.pdf

(3) National Energy Board, *Canada's Energy Future: Scenarios for Supply and Demand to 2025*, 2003. The calculations exclude oil sands and oil shale.

(4) British Petroleum, *BP Statistical Review of World Energy*, 2005. The oil reserves-to-production ratio calculated by BP includes only the portion of the oil sands that is under active development.

(5) Energy Information Administration, *Electric Power Monthly*, November 2005. Figures cited are for the average price paid for coal and natural gas by U.S. electricity generators.

(6) As with other fuels, it is also important to consider the full life-cycle of coal. Coal mining, for example, is typically far from environmentally benign.

(7) Natural Resources Canada, CANMET Energy Technology Centre, *Canada's Clean Coal Technology Roadmap*, 2005, http://www.cleancoalcrm.gc.ca. The challenge in Canada is to develop clean coal technology that is compatible with the use of indigenous coal, namely, low-rank coals (sub-bituminous and lignite).

EN BREF

Service d'information et de recherche parlementaires
Bibliothèque du Parlement

Frédéric Beauregard-Tellier
Le 19 décembre 2005

Du charbon propre?

INTRODUCTION

Le charbon est souvent relégué parmi les combustibles du XIX[e] siècle. Source abondante et bon marché d'énergie et combustible de choix dans plusieurs pays en voie d'industrialisation rapide comme la Chine et l'Inde, il est pourtant en perte de vitesse en Amérique du Nord et presque partout en Europe pour des raisons écologiques. La réglementation plus rigoureuse sur l'environnement encourage de façon constante le remplacement du charbon par le gaz naturel pour la production d'électricité et les autres procédés industriels.

Ces dernières années, la montée en flèche du prix du gaz naturel et la volatilité des marchés énergétiques mondiaux ont ravivé l'intérêt pour le charbon. Les pouvoirs publics et l'industrie, notamment aux États-Unis, investissent dans les technologies dites du « charbon propre ». Le gouvernement américain pousse de l'avant FutureGen, projet de recherche de un milliard de dollars américains visant à concevoir, construire et exploiter d'ici 2012 une usine de production d'hydrogène et d'électricité alimentée au charbon et presque sans émissions. Le gouvernement du Canada finance le développement de « cartes routières technologiques du charbon écologique » et envisage des investissements substantiels dans les technologies du charbon propre par le truchement du Fonds de partenariat prévu dans le budget de 2005. Le présent document passe en revue les facteurs expliquant le retour en grâce du charbon, décrit quelques technologies du charbon propre et examine les perspectives de déploiement de ces technologies.

POURQUOI LE CHARBON? POURQUOI MAINTENANT?

Selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE), la demande mondiale de charbon augmentera de 1,4 p. 100 par an dans les prochaines décennies. La part du charbon dans la demande mondiale d'énergie primaire continuera donc de se situer autour de 25 p. 100[(1)]. La Chine et l'Inde devraient à elles seules compter pour environ deux tiers de cette augmentation. Ces deux pays utilisent leurs vastes ressources houillères pour produire de l'électricité. La Chine construit des centrales alimentées au charbon à un rythme effarant – il est censé s'en construire des centaines au cours des prochaines décennies[(2)]. Selon l'AIE, les deux pays compteront pour près de la moitié de la demande mondiale de charbon d'ici 2030, contre 40 p. 100 en 2003. L'incidence environnementale de ce recours au charbon risque d'être sérieuse si de nouvelles technologies ne sont pas déployées pour réduire au minimum les émissions. D'où des occasions d'exportation potentiellement lucratives pour les pays qui possèdent des technologies de pointe.

Les États-Unis sont en tête dans la recherche et le développement de technologies relatives au charbon propre. Leur intérêt pour la houille tient en partie à leur souci de sécurité énergétique devant une demande mondiale en hausse. Comme l'Amérique du Nord en possède d'énormes réserves, le charbon présente peu de risques géopolitiques. Suivant l'Office national de l'énergie, le charbon compte pour environ 90 p. 100 des réserves d'hydrocarbures des États-Unis et du Canada[(3)]. Aux taux de production actuels, les réserves de ces deux pays pourraient durer environ 235 années, ce qui se compare très favorablement aux ratios réserves-production de 9,6 années pour le gaz naturel et 11,8 années pour le pétrole[(4)].

La montée en flèche du prix du gaz naturel rend aussi le charbon plus attrayant pour la production d'électricité, tant aux États-Unis que dans des provinces comme l'Alberta et la Saskatchewan. L'écart de prix entre le gaz et le charbon s'est creusé considérablement ces dernières années. Le gaz naturel est aujourd'hui près de cinq fois plus cher que

le charbon par unité d'énergie, ce qui rend le charbon de plus en plus intéressant sur le plan du prix[5].

Le charbon est peut-être meilleur marché, mais c'est aussi le combustible fossile le moins propre. Sa combustion dégage d'importantes quantités de dioxyde de carbone (CO_2), d'oxydes de soufre (SO_X), d'oxydes d'azote (NO_X), de particules et d'autres polluants et gaz à effet de serre. La plupart des écologistes ont beau dénoncer avec force le charbon, sa prodigieuse abondance fait qu'il est néanmoins difficile de l'écarter du revers de la main. La question est donc de savoir s'il est possible de mettre au point et de déployer des technologies capables de mettre en valeur le contenu énergétique du charbon tout en en réduisant au minimum les émissions nocives.

TECHNOLOGIES DU CHARBON PROPRE

L'expression « technologies du charbon propre » désigne de façon générale les technologies qui permettent de *réduire* l'impact environnemental de l'utilisation du charbon. Il n'existe pas encore de technologies qui permettent d'*éliminer* les émissions associées à cette utilisation[6].

L'adoption de règlements environnementaux par les pays industrialisés dans les années 1970 a précipité l'installation généralisée d'appareils de réduction des émissions de SO_2 et de NO_X dans les centrales au charbon. Brûleurs, filtres et épurateurs évolués destinés à réduire les émissions sont devenus monnaie courante et continuent de s'améliorer. Les nouvelles inquiétudes relatives à la pollution atmosphérique et aux changements climatiques font progresser aussi les technologies visant à améliorer l'efficience et à réduire les émissions des centrales au charbon.

Des technologies avancées de ce genre sont en voie de déploiement au Canada. En mars 2005, EPCOR a dévoilé une centrale au charbon surcritique de 450 mégawatts, première en son genre au Canada. La centrale est située près d'Edmonton. La température et la pression de vapeur plus élevées des chaudières surcritiques augmentent l'efficacité et diminuent les émissions du procédé de production d'électricité à partir du charbon. Ces chaudières peuvent être installées dans des centrales au charbon existantes.

La gazéification du charbon est, de l'avis de beaucoup, encore plus prometteuse et passe de plus en plus pour une technologie ouvrant l'accès à un avenir énergétique plus propre. En amenant le charbon, de la vapeur et de l'air ou de l'oxygène pur à réagir à des températures et à des pressions élevées, on obtient un gaz de synthèse. Ce gaz peut être épuré de la plupart de ses polluants puis, par un procédé dit de cycle combiné, brûlé dans une turbine à gaz pour produire de l'électricité. Comme la chaleur résiduelle sert à produire davantage d'électricité dans une turbine à vapeur, l'efficacité du procédé s'en trouve améliorée. C'est ce qu'on appelle une usine de gazéification du charbon intégrée à un cycle combiné. Riche en hydrogène, le gaz de synthèse peut aussi être employé dans des applications de piles à combustible ou servir à produire des charges d'alimentation. Une usine capable de produire de l'électricité, de l'hydrogène et d'autres gaz s'appelle une installation de « polygénération ».

PERSPECTIVES DU CHARBON PROPRE

Si certaines technologies – par exemple la chaudière surcritique – ont fait leurs preuves, un travail de recherche et de développement considérable s'impose pour rendre les technologies comme la gazéification du charbon et la polygénération commercialement viables. Leur déploiement généralisé est peu probable à court terme. Néanmoins, la hausse du prix du gaz naturel dans les pays industrialisés et l'augmentation de la demande d'énergie dans les pays en voie d'industrialisation rapide stimulent le développement des technologies du charbon propre.

Cependant, le terme « technologie du charbon propre » restera une appellation quelque peu trompeuse tant que les émissions de dioxyde de carbone associées à la combustion du charbon ne seront pas entièrement captées et piégées sous terre. Seulement alors le charbon pourra vraiment refaire surface comme combustible de choix dans les pays qui se sont engagés à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre.

On mise beaucoup sur le captage et le stockage du carbone comme moyen d'atténuer les changements climatiques. Des projets pilotes comme celui de Weyburn, en Saskatchewan, montrent que la chose est techniquement possible, voire économiquement efficace dans de bonnes conditions. Reste à voir si le captage et le stockage du carbone peuvent se faire sur une échelle capable de faire du charbon un combustible sans risque pour le climat.

Avec leurs gisements houillers massifs, leurs sites potentiels de stockage de CO_2 et leur industrie en plein essor, la Saskatchewan et l'Alberta se prêtent à merveille au déploiement des technologies du charbon propre (captage et stockage du carbone compris). Les

Cartes routières technologiques du charbon écologique illustrent la façon dont la hausse du prix du gaz naturel pousse les d'exploitants de sables bitumineux à considérer d'autres sources de combustible. L'industrie des sables bitumineux emploie le gaz naturel pour produire de l'électricité, la vapeur nécessaire à l'extraction du bitume et l'hydrogène nécessaire à la valorisation du pétrole lourd. Grâce aux technologies du charbon propre, elle pourrait sans doute un jour remplir ses besoins en électricité, en vapeur et en hydrogène en utilisant les réserves houillères indigènes(7). Les émissions de CO_2 pourraient être captées et servir à maintenir la pression dans les réservoirs vieillissants de pétrole et de gaz, améliorant ainsi leur productivité tout en retirant le dioxyde de carbone de l'atmosphère.

---

(1) Agence internationale de l'énergie, *Perspectives énergétiques mondiales*, 2005.

(2) Royaume-Uni, Ministère du Commerce et de l'Industrie, Programme des combustibles fossiles épurés, *IEA-China Power Plant Project* (http://www.iea.org/textbase/work/2004/coal/KeithBurnard.pdf).

(3) Office national de l'énergie, *L'avenir énergétique du Canada : scénarios sur l'offre et la demande jusqu'en 2025*, 2003. Les calculs n'englobent pas les sables et le shale bitumineux.

(4) British Petroleum, *BP Statistical Review of World Energy*, 2005. Le ratio réserves-production calculé par BP englobe seulement les sables bitumineux activement exploités.

(5) Energy Information Administration, *Electric Power Monthly*, novembre 2005. Les chiffres cités correspondent au prix moyen que les producteurs d'électricité américains paient le charbon et le gaz naturel.

(6) Comme pour les autres combustibles, il importe aussi de tenir compte du cycle de vie complet du charbon. L'extraction du charbon, par exemple, est généralement loin d'être sans danger pour l'environnement.

(7) Ressources naturelles, Centre de la technologie de l'énergie de CANMET, *Cartes routières technologiques du charbon écologique*, 2005, (http://www.cleancoaltrm.gc.ca). Le défi pour le Canada consiste à développer des technologies du charbon propre qui soient compatibles avec le charbon indigène, c'est-à-dire des charbons pauvres (sub-bitumineux et lignite).